图书情报工作
第65卷 第18期 2021年9月

国际公共卫生紧急事件下中美科学合作模式比较分析*

■ 赵文静[1,2]　张琳[1,2,3]　尚媛媛[1,2]　黄颖[1,2,3]
[1] 武汉大学信息管理学院　武汉 430072　[2] 武汉大学科教管理与评价研究中心　武汉 430072
[3] 比利时鲁汶大学 ECOOM 研究中心　鲁汶 B-3000

摘　要：[目的/意义]中美是全球科学文献产出的核心力量，探究其在应对不同疫情下科学合作模式的特征与差异，为相关政策制定及实践提供有益参考。[方法/过程]以 SARS 和 COVID-19 相关的科研论文为研究对象，在细分不同合作类型和改进合作强度指标的基础上，从科研贡献、合作强度、合作网络与合作领域视角对中美科学合作模式展开研究。[结果/结论]中国与美国均为两次疫情的主要科研贡献者，但中国对疫情研究的关注度更易随疫情态势变化而改变。虽然中美在两次疫情中均互为双方最密切的合作伙伴，但两国在 COVID-19 研究中的合作强度明显低于 SARS 研究。从合作网络来看，美国在两次疫情的全球合作网络中均处于核心地位，而中国的中心程度则低于美国。从合作领域来看，中美在两种疾病研究中的学科分布各有侧重。

关键词：严重急性呼吸综合征（SARS）　新型冠状病毒肺炎（COVID-19）　科学合作　社会网络分析　公共卫生
分类号：G250
DOI：10.13266/j.issn.0252-3116.2021.18.007

1 引言

新冠肺炎（COVID-19，新型冠状病毒肺炎）疫情席卷全球，成为各国政府、企业和学界共同关注的焦点。习近平总书记在《为打赢疫情防控阻击战提供强大科技支撑》一文中明确指出，“人类同疾病较量最有力的武器就是科学技术，人类战胜大灾大疫离不开科学发展和技术创新”[1]。近些年来，在抗击严重急性呼吸综合征（SARS）、中东呼吸综合征（MERS）、甲型 H1N1 流感、埃博拉病毒等多次重大传染病中，科学技术均发挥了重要作用。正如张琳[2]等在针对多个国际公共卫生紧急事件（Public Health Emergency of International Concern，PHEIC）科学应对模式的研究中发现，各类突发传染病的科学文献产出量均在疫情暴发期迅速上升，并在其后一到两年内达到峰值，可见科学界对于疫情的迅速反应。

面对来势汹汹的疫情，科学合作是全球范围开展联合攻关、建立科研防疫第一线的关键手段。在科学技术发展日趋全球化的今天，科学合作已成为科学研究的主流方式，被称之“科学研究的第四个时代”[3]。科学合作涉及许多复杂的社会与科学问题，对其探索跨越多个学科与领域，包括科学计量学[4-5]、经济学[6]、计算机科学[7]、信息科学[8]等，各个学科可分别从不同视角对相关话题展开探讨。科学文献作为科研学术成果产出的主要形式，使得相关研究更加有迹可循。而合著论文更是蕴含了丰富的信息，如合著作者、合著作者所属研究机构、学科背景、地域国别分布等[9]。基于合著论文信息，科学计量学提供了定量分析科学合作的途径与方法，可以从科研人员、研究机构和国家/地区视角对科学合作的模式与规律展开研究。

为探究新冠肺炎相关的国际科研态势，自疫情暴发以来，国内外已有多位学者基于新冠病毒[10-16]以及冠状病毒[17-20]相关文献，从科学计量学视角展开多维度分析。多数研究表明，中美两国不仅是全球科学文献的主要生产国，也是新冠疫情科研攻关的核心力量[2,10,21-22]。针对 COVID-19 疫情的研究虽多有涉及合作这一分析维度，但仅有少数研究将其作为主要维

* 本文系国家自然科学基金面上项目“交叉科学的三维测度：内在知识基础、外在信息链接和科学活动模式”（项目编号：71573085）和国家自然科学基金面上项目“科研人员职业生涯的性别差异和影响机理研究：合作、流动与学术表现”（项目编号：71974150）研究成果之一。
作者简介：赵文静（ORCID：0000-0003-1792-8940），博士研究生；张琳（ORCID：0000-0003-0526-9677），教授，博士，博士生导师，通讯作者，E-mail：linzhang1117@whu.edu.cn；尚媛媛（ORCID：0000-0003-4219-2541），博士研究生；黄颖（ORCID：0000-0003-0115-4581），副教授，博士，博士生导师。
收稿日期：2021-04-06　修回日期：2021-06-12　本文起止页码：58-70　本文责任编辑：杜杏叶

度展开细致分析,探究科学合作模式在全球突发卫生事件背景下的特征与变化[21－22]。如 M. Pathak[23]基于印度科研人员合作发表的 COVID-19 相关国际文献,探析印度在此次疫情中的国际科学合作模式,结果表明中国、美国和泰国是与印度合作关系较为密切的国家。C. V. Fry[21]等则是利用新冠肺炎疫情暴发前后的文献(截至 2020 年 4 月 23 日),针对“冠状病毒”的文献进行对比研究,发现中美在新冠肺炎期间的合作不断加强。张琳[2]等基于多种引发 PHEIC 传染病的文献展开研究,结果表明美国在甲型 H1N1 流感、埃博拉和寨卡病毒相关研究的科学合作中均占据核心地位,中国在相关研究中也比较注重与美国的合作。

全球性疫情的暴发推动了大科学时代的变革,拓展了全球各国科学合作的广度与深度[24]。中国(不包括港澳台,以下同)与美国作为全球科学文献产出的核心力量,长久以来互为密切的科学合作伙伴[25],探究其在不同疫情下科学合作模式的特征与差异,能够为相关科技管理政策制定及科学活动实践提供有益参考。然而,现有突发疫情事件的科学合作模式研究中,少有研究集中关注中美合作关系这一视角。具体到不同疫情的科学合作特征,中国和美国之间的合作强度如何? 在全球局势多变、紧张态势加剧的 COVID-19 疫情期间,其合作模式有何变化? 不同疫情下,两国之间的合作模式分别呈现出怎样的特征和差异? 此类问题仍需深入探讨。基于此,在以 COVID-19 为研究对象的基础上,本文进一步选取曾引起 21 世纪第一次全球公共卫生突发事件且同为冠状病毒传染性疾病的严重急性呼吸综合征(SARS)为对比对象,基于文献数据,从科研贡献、合作强度、合作网络与合作领域视角对中美科学合作模式展开比较研究,以期从更为全面、具体的视角展现中国与美国在不同公共卫生突发事件下的科学合作态势。

2 研究数据与基础统计

2.1 数据获取

为高效、科学地应对 COVID-19 疫情,世界范围内各大出版商、数据库纷纷推出疫情相关主题的多种文献资源集成和获取平台:国内如“万方医学网新型冠状病毒肺炎专题频道”[26]、“知网抗击新冠肺炎疫情知识服务平台”[27];国际如“Springer Nature 新型冠状病毒论文”[28]、“柳叶刀(Lancet)新型冠状病毒资源中心”[29]、“Elsevier 新型冠状病毒资源中心”[30]等。考虑到本研究的核心内容为中美间的科学合作模式,因此本研究以发表在国际期刊的英文论文为主要数据。

在国际文献的数据源选择上,当前多数国际文献数据平台所提供的多为某一期刊或者某一出版社的文献数据,并未包含多源期刊的文献数据,一定程度上缺乏代表性。而集成类数据平台也多存在文献数据大量重复、结构异质、信息完整度参差不齐(如医学专业数据平台 PubMed 的文献数据未包含 2014 年之前除第一作者外的机构、国家/地区信息[31],难以开展国际合作分析)等问题。更为重要的是,本文研究对象为 SARS 和 COVID-19 相关的科研成果,而 SARS 并未如 COVID-19 一样有多个专有文献资源平台,考虑到两次疾病文献数据研究结果的对标和可比性,采用统一的文献数据源更为合理。

Web of Science(简称 WoS)作为目前使用最广泛、最权威的综合学科的科学出版物与引文数据库[32],包含结构化文献信息,是科学计量分析最常用的数据源之一,已有多个研究以 WoS 为国际文献数据源展开 COVID-19 相关分析[2,11,13,33－34]。综合考虑文献数据的权威性、代表性、适用性以及 SARS 和 COVID-19 研究结果的对标和可比性,本文以 WoS 核心合集中的科学引文索引扩展(Science Citation Index Expanded,SCI-E)和社会科学引文索引(Social Sciences Citation Index,SSCI)为数据来源,文献类型限定为 Article 和 Review。检索式的制定结合了美国国立医学图书馆编制的医学主题词表(Medical Subject Headings,MeSH)中相关病毒的主题词以及常用词汇,检索策略与去重后获取的文献量如表 1 所示:

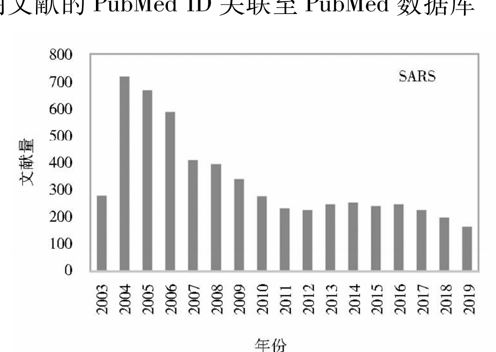
表 1 文献检索策略与基础结果

病毒名称	检索式	文献总量	时间区间
SARS	TS = (("Severe Acute Respiratory Syndrome") OR "SARS-CoV" OR ((Coronavirus OR Virus) AND SARS))	5 685	2003－2019 年
COVID-19	TS = ("2019-nCoV" OR "SARS-CoV-2" OR ("COVID19" OR "COVID-19" OR "COVID-2019") OR ((Coronavirus NEAR/0 2019) OR ("Corona * Disease" NEAR/0 2019) OR ("Corona * Virus" NEAR/0 2019) OR ("Corona * Virus Disease" NEAR/0 2019)) OR "2019 Novel Coronavirus" OR ("Novel Coronavirus" AND Pneumonia) OR "2019 Novel-COV")	38 295	2020 年

2.2 基础统计

在时间划分上，由于 SARS 文献数据年份跨度较大，因此直接以 WoS 数据库中提供的年份信息进行时间划分。而 COVID-19 文献数据集中在 2020 年，为了能够细粒度地展现文献数据变化情况，因此以月份作为时间划分依据。鉴于 WoS 核心合集中包含发表月份信息的"Publication Date"字段信息缺失较为严重，因此 COVID-19 文献数据是在以 WoS 提供的月份信息基础上，利用文献的 PubMed ID 关联至 PubMed 数据库而获得的月份信息，最终共有 34 078 篇文献可以匹配到具体的月份信息。

如图 1 所示，全球学术界对于 SARS 的关注起源于 2003 年疫情的暴发，文献发表量也在暴发后两年内达到高峰，并在后期整体呈递减趋势。而有关 COVID-19 的文献在 2020 年 4 月和 5 月迎来了暴发式增长，后续增长劲头仍旧强势，11 月和 12 月两个月份的文献量小幅回落。整体而言，学术界对于突发性疫情都做出了积极且迅速的反应。



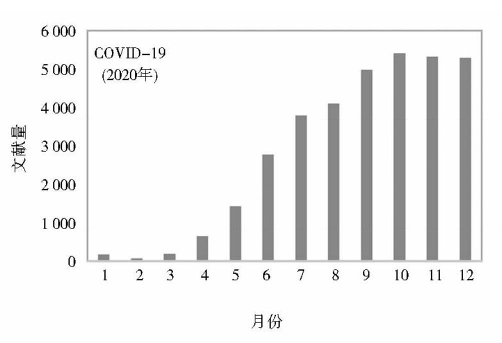


图 1 文献数据的时间分布

SARS 和 COVID-19 研究的总发文量（研究采用了全计数法[35]）前 10 的国家/地区分布如图 2 所示。全球视角下，亚洲国家/地区作为 SARS 疫情的主要暴发地，较多地参与到疫情相关科研活动中。COVID-19 疫情中，欧洲较早一批进入疫情状态的英国和意大利等也均有较高的文献产出。具体到中美，SARS 研究中，中国发文量最高，美国以少量差距次之；而有关 COVID-19 的文献中，美国是发文量最高的国家，且遥遥领先于发文量排名第二的中国。

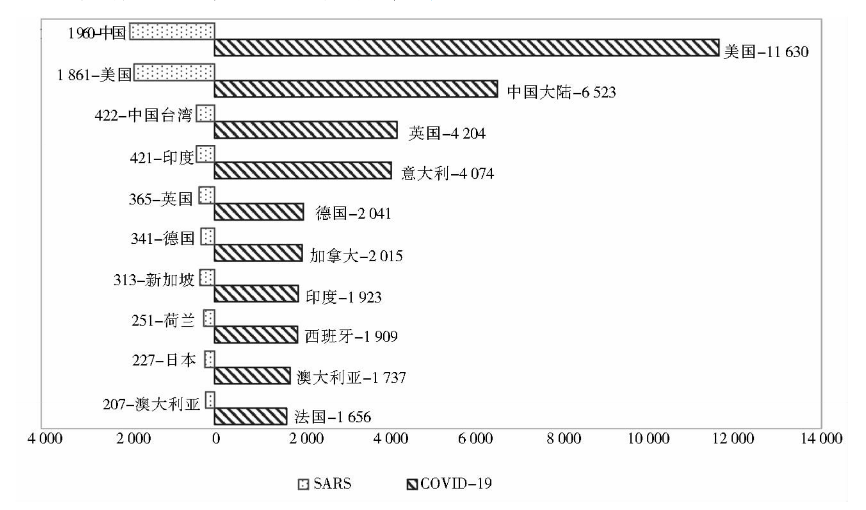


图 2 发文量前 10 的国家/地区

3 合作模式分析

3.1 科研贡献

科学论文是科研活动产出的主要形式之一，也是不同国家/地区、机构和学者科研贡献的重要表征。除了发文数量及占比是科研贡献的主要分析维度外，"科研主导性"也是反映不同国家/地区在合作应对疫情中科研贡献的重要维度。基于此，本小节从"发文规模"与"合作主导性"两个视角，对比中美在两次疫情中的科研贡献。

3.1.1 发文规模视角

上述基础统计分析表明，中美两国均为两次疫情

中科研攻关的核心力量。然而，随时间推移，疫情的核心暴发区域也不断变更和迁移，从而可能影响各国/地区对疫情研究的关注度。那么，中美在疫情的不同时段对疫情相关研究的关注度有何变化，持续性如何？

如图 3 所示，中国作为 SARS 疫情的核心暴发地之一，在 SARS 疫情暴发期有大量文献产出——2003 年中国学者参与的论文占比超过 45%，随后两年的占比也均超过 30%。2005 年之后，中国学者的研究热情随疫情的结束而不断消减，发文量和发文占比均呈现出较为明显的下降趋势。而美国参与 SARS 研究的占比长期保持在 25% 左右，相较于中国，美国对 SARS 的关注更为持久。从 COVID-19 研究来看，2020 年 3 月份及之前中国的发文量和发文占比均远高于美国，当时也正值中国疫情暴发的集中时段。3 月后，中国疫情呈现缓和态势，发文占比也呈现出明显的下降趋势。而此时欧洲和美国的疫情处于暴发阶段，4 – 6 月欧美国家/地区的发文占比不断攀升，6 月份美国发文占比超过中国。

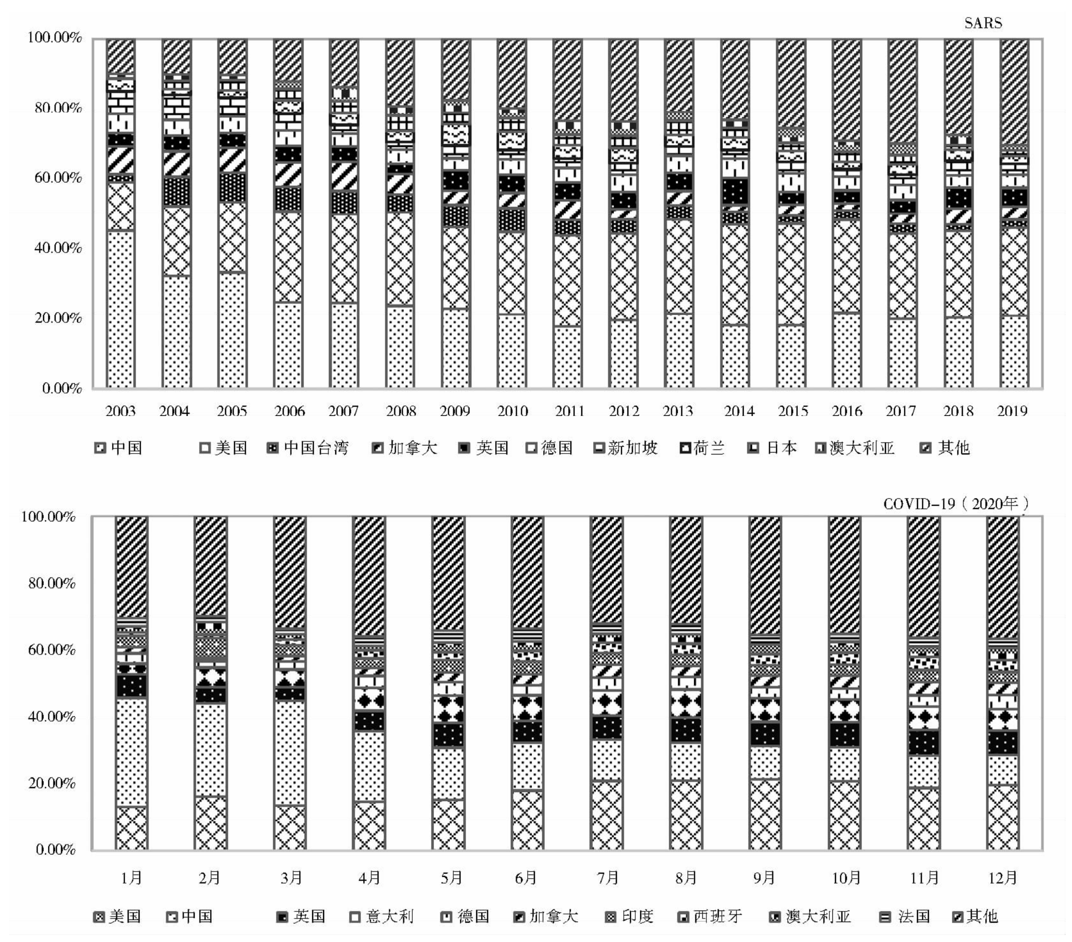


图 3　文献量前 10 名国家/地区的发文占比变化

整体而言，中国在两次疫情下的发文具有更高的“疫情敏感性”，即更易呈现出随疫情态势不同而改变的趋势，如中国的论文发表会随疫情的缓和而有所减少。本研究认为，突发公共卫生事件的科学应对体系需要随疫情的不同阶段灵活调整，但也应保证系统性和可持续的研究投入。

3.1.2　合作主导性视角

为探索不同合作类型下中美合作的主导性差异，本研究基于科学文献所涉及的国家/地区数量，将文献合作类型划分如下：独著文献（作者所属机构全部属于中国或者美国的文献）、双边合作文献（作者所属机构全部属于中国和美国的文献）与多边合作文献（作者所属机构同时属于中国和美国以及其他国家/地区的文献）。其中，中美两国 SARS 和 COVID-19 的研究中近大半的文献均为“独著文献”。而在中美两国的合作研究中，双边合作的文献数量也明显高于中美与其他国家/地区开展的多边合作文献量。

合著文献中，第一作者在一定程度上可看作科学合作活动中“主导者”的角色[36]。图 4 即为中国和美国在不同合作类型下第一作者的占比统计。整体而

言,SARS 和 COVID-19 研究中双边和多边两种合作类型文献的第一作者来自中国的比例均明显高于其来自美国的比例,反映出我国学者在应对公共卫生事件研究中的相对主导地位。具体来看,COVID-19 研究中双边合作文献的第一作者来自中国的比例高于 SARS 研究,说明中国在 COVID-19 疫情中与美国双边合作的主导作用较强。而 COVID-19 多边合作中的第一作者来自中美的整体比例低于 SARS 研究,一定程度上可以说明,相较于 SARS 研究,在面对本次全球性暴发的 COVID-19 疫情事件中,有更多国家/地区在科研中发挥主导作用。

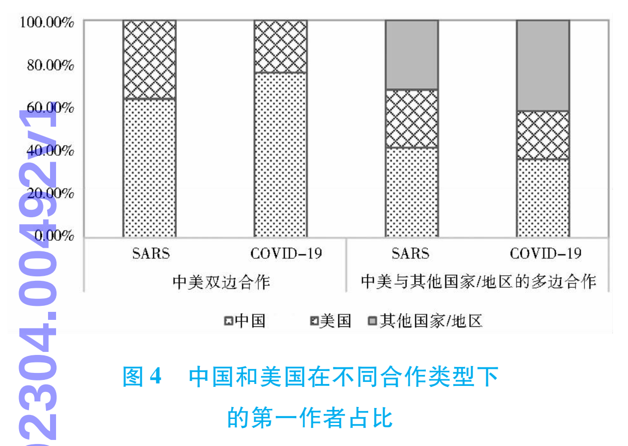


图 4　中国和美国在不同合作类型下的第一作者占比

3.2　合作强度

相较于合作文献量这一绝对数量值,合作强度指标因其能够在标准化不同科学生产力水平国家/地区的科研产出的基础上,计算各国家/地区之间合作关系,因此常被用以反映国家/地区之间的合作紧密程度。本小节在对传统指标梳理的基础上,首先提出对传统合作强度算法的改进方法,并进一步基于该方法比较两次疫情不同时段内中美合作强度及变化。

3.2.1　合作强度指标

在合著文献数量、合著文献占比等指标的基础上,本文主要采用合作强度指标来表征国家/地区之间合作的紧密程度。Salton 指数是计算合作强度的常用指标[2,36-38],其公式为:

$$r_{AB} = \frac{P_{AB}}{(P_A \times P_B)^{\frac{1}{2}}} \qquad \text{公式(1)}$$

公式(1)中,分子 P_{AB}是 A 国与 B 国共同参与发表的文献数量,即 A 国与 B 国的合著文献数量。而对于 P_A 和 P_B 则存在不同的理解与解释,其中最常见的解释为 P_A 是 A 国参与发表的所有文献数量,P_B 是 B 国参与发表的所有文献数量。这里的“所有文献数量”不仅包括 A、B 两国参与的合著文献,也包括两国各自独著的文献(即作者所属机构全部属于 A 国或 B 国的文献)。但是,T. Luukkonen 等学者于 1993 发表的文章[39]中将 P_A(P_B)视为 A 国(B 国)各自参与发表的国际合著文献数量,不包括 A、B 两国的各自独著文献。该方法是在仅考虑两国各自合作文献的基础上计算两国间的合作强度。

以上两种解释均是基于“文献数量”视角对两国间的合作强度进行分析,没有将两个国家/地区合作中的“规模”,即合著文章涉及的国家/地区数量这一视角考虑进去。通常而言,A 与 B 两国之间双边合作产出一篇文献的合作强度应大于 A 与 B 两国同时参与一篇多边合作文献的强度。因此,本文将 Salton 指数中的 P_A(P_B)视为 A 国(B 国)与除本国外其他所有国家/地区合作的“链条”数量。这里的“链条”指的是 A 国(B 国)在其参与文章中与各个国家/地区合作关系的计数,例如一篇文章为 A、B 和 C 三国合作,那么 A 的合作链条即为“A-B”和“A-C”两条。在计算 A 与 B 国的合作强度时,分母即为 A 国(B 国)与其他所有国家/地区合作的“链条”总数。基于该指标,每篇文章涉及的国家/地区数量越多(合作规模越大),分母的值越大,那么 A 与 B 两国之间的合作强度就会越弱。本研究利用此算法计算两国之间的合作强度,并展开后续分析。

3.2.2　合作强度变化

COVID-19 疫情暴发以来,全球学术界不断呼吁各国加强科学合作,促进合作共享。C. V. Fry 等学者基于疫情暴发前后“冠状病毒”相关文献数据的对比分析,表明中美的合作关系在 COVID-19 疫情暴发后更为紧密[21]。那么,在针对同为冠状病毒引起的 SARS 和 COVID-19 疫情中,中美之间合作强度如何?不同时段下又呈现怎样的变化?

首先,基于完整的 SARS(2003 – 2019 年)和 COVID-19(2020 年)文献数据集来看,中国和美国在 SARS 研究中的合作强度为 0.325,而对于 COVID-19,合作强度仅有 0.147,明显低于 SARS 研究。从数据上来看,不同合作类型(双边/多边)的变化一定程度上可以解释两次事件下中美合作强度的差异。具体来说,COVID-19 研究下中美双边合作文献的占比(9.4%)相较于 SARS 研究有明显下降(12.14%),而中美多边合作文献的占比则是 COVID-19 研究更高(6.56%,SARS 研究为 4.8%)。基于该合作强度指标的计算原理可见,每篇文章涉及的国家/地区数量越多,那么目标国家/地区(中美)之间的合作强度就会越弱。

从社会性因素的视角来看,国际合作关系和模式受多种因素影响,如地理、语言、政治环境、经济发展水

平等[40－41]。其中，国家/地区间政治形势的变化是影响国家/地区合作倾向性的重要因素[42]。有研究通过对中美关系大事件、两国政府和学术界有关中美关系相关论述和著作等资料的回溯表明，2003 年中美关系在相对稳定的基础上呈平稳发展态势，在国际领域的多方面合作进一步加深[43－44]。这一定程度上为应对 SARS 疫情的科学合作提供了良好的政治环境基础。而突如其来的 COVID-19 疫情，在对世界各国人民的生命安全、经济贸易和社会稳定造成巨大挑战的同时，也深刻影响着世界政治格局的演变[45－46]。复杂的政治关系与中美战略竞争的强化或许是影响 COVID-19 疫情期间两国科学合作强度显著变化的原因之一。

为进一步观察疫情暴发后文献产出密集时段的合作强度，本文采用 2003－2006 年文献发表集中时期的 SARS 数据与 2020 年不同季度 COVID-19 的数据，分时段对比中美合作强度及其变化，如图 5 所示。可见，COVID-19 所有时段的中美合作强度均低于 SARS 研究。且在 COVID-19 疫情暴发初期，中国作为核心暴发区域，相关发文量最高，与美国的合作也较为紧密。然而，随时间变化，中美合作强度呈现出"断崖式"下跌。两次疫情的数据结果均表示中国和美国的合作强度随时间发展有不断下降的趋势。如上所述，复杂变化的国际格局或许是 COVID-19 期间中美合作强度显著下降的社会背景因素之一。此外，我国在 2020 年 3－4 月份之后疫情的明显好转可能也是两国合作强度降低的原因之一。

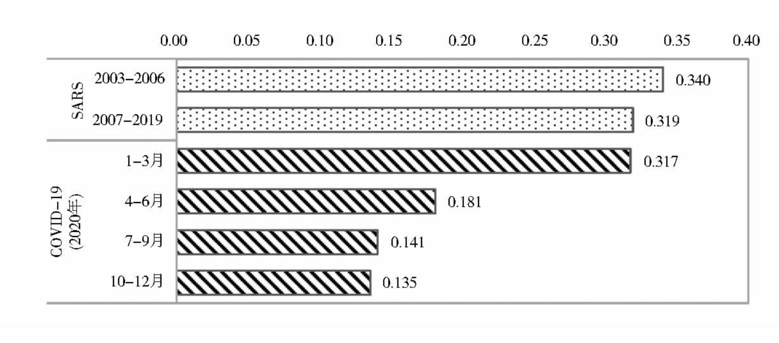


图 5　中美在 SARS 和 COVID-19 不同时段研究中的科学合作强度对比

3.3　合作网络

为尽可能全面地展示中美在两次疫情相关研究中的合作网络，研究分别从全球视野和中美两国视角出发，首先比较全球合作网络下中美的位置与中心程度，进而对不同时段下中美各自合作网络的变迁展开详细分析。

3.3.1　全球视角

如图 6 所示，本研究利用 VOSviewer 绘制两次疫情发文量前 30 名国家/地区合作网络的可视化图。从全球视角来看，COVID-19 研究的国际合作相较于 SARS 更为广泛，有更多中东和非洲地区的国家/地区参与。从中美视角来看，两者作为 SARS 和 COVID-19 研究的主要贡献者，在面对两次疫情时也互为双方最密切的合作伙伴，此外，加拿大也同为两次疫情中，中国和美国的紧密合作对象。

为了更细致地对国际合作网络展开分析，本文利用社会网络分析中的度数中心度、中间中心度和接近中心度指标来进一步观察中国、美国及其他国家/地区在国际合作网络中对信息和资源传递的影响。表 2 为总发文量排名前 10 的国家/地区在国际合作网络中的标准化中心度结果。

表 2 显示，美国在 SARS 和 COVID-19 研究中均具有最高的度数中心度、中间中心度和接近中心度。虽然中国在两次疫情研究中的发文量分别位于世界第一和第二，但是其三种中心度指标均不同程度低于美国。这说明在全球合作网络中，中国建立的直接合作关系少于美国，且对合作网络资源的控制程度也较低。综合三种中心度（标准化）可知，美国在两次疫情的国际合作网络中处于核心地位，中国虽然发文量很大，但在国际合作网络中的中心程度明显低于美国。

3.3.2　中美视角

SARS 和 COVID-19 研究中，不同时段下中美各自合作强度最高的 10 个国家/地区及强度见表 3 和表 4。

如表 3 所示，中美在 SARS 研究中长期互为合作最密切的伙伴。SARS 文献发表集中时期（2003－2006 年），中国、美国和加拿大形成了紧密的合作网络。此外，该时期中国更倾向与澳大利亚以及欧洲国家/地区展开科学合作。但在 SARS 后期研究中，欧洲国家/地区与中国的合作强度排名整体呈现下降趋势，而新加

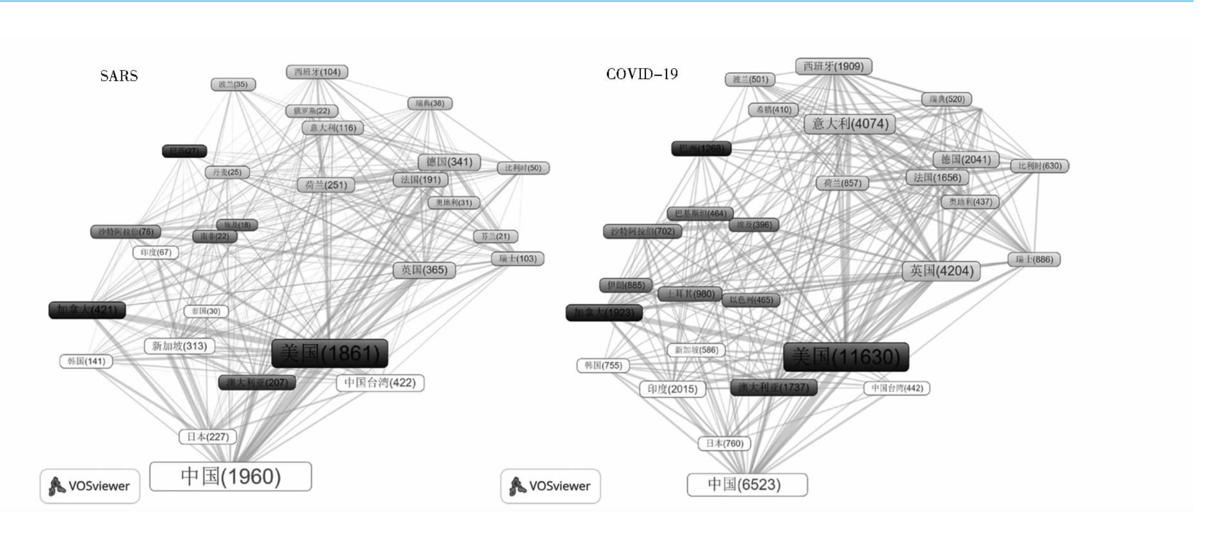


图 6 全球合作网络(发文量前 30 名的国家/地区)

注:图 6 中,节点的面积大小表示该国家/地区的发文量,发文量对应节点上显示的具体数字。节点间连线的粗细是基于合作强度指标计算的两个国家/地区之间合作强度。节点的颜色深浅表示该国家/地区所在的不同大洲,从深至浅分别为美洲、澳洲、中东与非洲、欧洲和亚洲

表 2 国际合作网络的中心度指标(总发文量前 10 名国家/地区)

国家/地区	SARS			COVID-19		
	度数中心度	中间中心度	接近中心度	度数中心度	中间中心度	接近中心度
美国	3.596	22.036	10.817	5.482	10.006	19.574
中国	2.742	8.698	10.641	2.478	2.270	18.776
英国	1.411	7.149	10.606	4.159	3.989	19.247
意大利	0.489	3.349	10.459	3.283	2.354	18.989
德国	1.355	8.336	10.675	2.348	1.332	18.756
加拿大	0.904	4.056	10.448	2.095	1.536	18.756
印度	0.375	0.157	10.219	1.362	2.427	18.833
西班牙	0.292	2.106	10.403	2.186	2.305	18.718
澳大利亚	0.796	2.098	10.481	1.962	3.870	18.872
法国	0.744	8.987	10.606	2.092	4.462	18.989

表 3 中美在 SARS 研究中不同时段合作强度最高的 10 个国家/地区

中国				美国			
2003 - 2006 年		2007 - 2019 年		2003 - 2006 年		2007 - 2019 年	
国家/地区	合作强度	国家/地区	合作强度	国家/地区	合作强度	国家/地区	合作强度
美国	0.34	美国	0.32	中国	0.34	中国	0.32
加拿大	0.17	澳大利亚	0.13	加拿大	0.24	加拿大	0.17
英国	0.17	新加坡	0.12			英国	0.14
澳大利亚	0.15	加拿大	0.09	新加坡	0.11	德国	0.10
法国	0.14	英国	0.09	德国	0.10	澳大利亚	0.09
德国	0.12	阿联酋	0.08	日本	0.09	韩国	0.09
新加坡	0.11	日本	0.07	英国	0.09	西班牙	0.09
日本	0.08	德国	0.06	瑞士	0.09	沙特阿拉伯	0.09
奥地利	0.07	荷兰	0.06	意大利	0.08	日本	0.08
丹麦	0.07	法国	0.06	泰国	0.08	新加坡	0.08

坡与中国的合作强度排名则上升明显。与中国不同,在以亚洲为核心暴发区域的 SARS 疾病中,美国在 2003 - 2006 年与中国台湾、新加坡、日本的等亚洲国家/地区的科学合作强度较高,而后期则是逐渐倾向于同欧洲以及澳大利亚合作。

如表 4 和表 5 所示,与 SARS 研究结果相似,中美

在 COVID-19 研究中合作也最为密切。在中国作为核心暴发区域的疫情早期，中国、美国、加拿大与英国形成了紧密的合作网络。随着疫情的全球蔓延(2020 年 4 月至 6 月)，意大利与中美的合作强度排名均有不同程度的提升，尤其与美国合作非常紧密。而同时期，越来越多的亚洲国家/地区与中国的合作强度排名不断上升，如韩国、日本、中国台湾、菲律宾等。随后，美国与中国除彼此外，分别与加拿大和英国形成了相对稳定的合作关系。同时，印度与美国的合作强度排名呈现上升趋势，巴基斯坦则与中国的合作愈加紧密。

表 4　中国在 COVID-19 研究中不同时段合作强度最高的 10 个国家/地区(2020 年)

中国							
1－3 月		4－6 月		7－9 月		10－12 月	
国家/地区	合作强度	国家/地区	合作强度	国家/地区	合作强度	国家/地区	合作强度
美国	0.32	美国	0.18	美国	0.14	美国	0.14
加拿大	0.22	英国	0.08	英国	0.07	英国	0.08
英国	0.13	韩国	0.07	澳大利亚	0.06	澳大利亚	0.06
新加坡	0.12	澳大利亚	0.07	加拿大	0.06	巴基斯坦	0.05
挪威	0.12	日本	0.06	新加坡	0.05	加拿大	0.05
澳大利亚	0.11	加拿大	0.05	日本	0.05	新加坡	0.05
沙特阿拉伯	0.10	意大利	0.05	意大利	0.04	德国	0.04
韩国	0.07	菲律宾	0.04	韩国	0.04	日本	0.03
塞内加尔	0.07	毛里求斯	0.04	巴基斯坦	0.04	意大利	0.03

表 5　美国在 COVID-19 研究中不同时段合作强度最高的 10 个国家/地区(2020 年)

美国							
1－3 月		4－6 月		7－9 月		10－12 月	
国家/地区	合作强度	国家/地区	合作强度	国家/地区	合作强度	国家/地区	合作强度
中国	0.32	中国	0.18	中国	0.14	中国	0.14
加拿大	0.14	加拿大	0.11	加拿大	0.11	加拿大	0.11
英国	0.12	英国	0.10	英国	0.10	英国	0.10
澳大利亚	0.12	意大利	0.10	意大利	0.09	意大利	0.08
法国	0.09	澳大利亚	0.08	澳大利亚	0.07	澳大利亚	0.08
意大利	0.08	德国	0.06	印度	0.07	印度	0.07
智利	0.08	印度	0.06	德国	0.06	巴西	0.06
孟加拉国	0.08	法国	0.05	法国	0.06	德国	0.06
新西兰	0.08	西班牙	0.05	西班牙	0.05	伊朗	0.06
沙特阿拉伯	0.07	瑞士	0.05	瑞士	0.05	法国	0.06

3.4　合作领域

为探究不同研究领域内中美合作模式的差异，本文利用已被广泛使用的 WoS 学科分类体系(Web of Science subject categories, WCs)[47]对中美在不同学科领域的发文以及合作强度展开对比分析。首先从发文总量视角比较中美在学科分布及核心领域的合作强度，进而探究中美不同类型合作文献的领域分布特征。

3.4.1　发文总量视角

中美发文总量前 10 的核心学科如图 7 所示，从中美参与发文总量的主要学科分布来看，病毒学在 SARS 研究中均为中美发文量最为集中的学科，然而该学科并未出现在 COVID-19 文献分布集中的前十学科之列。COVID-19 研究中公共健康、环境与职业健康学科的文献最多，其中绝大部分来自美国，仅有少部分来自于中国。这与已有研究结果一致——相较于欧美学者，中国学者在针对历史上重大卫生事件的科学应对中，对公共健康领域的研究关注均相对较弱[2]。具体看中国发文的学科分布，SARS 研究中病毒学与生物化学和分子生物学的文献数量最多，说明中国学界对于 SARS 病毒分子层面基础医学研究高度关注。而 COVID-19 研究中，传染病学和内科医学的文献数量最多，说明中国学者对于 COVID-19 疾病自身及内科临床研究的更为关注。除医学与生物科学相关的领域外，在这场持续时间不断延长的全球性大流行 COVID-19 疫情中，

“精神病学”相关研究也受到了较多关注，虽多来自美国学者，但仍可说明学术界也正在从更广泛的社会视角探索疫情的影响。

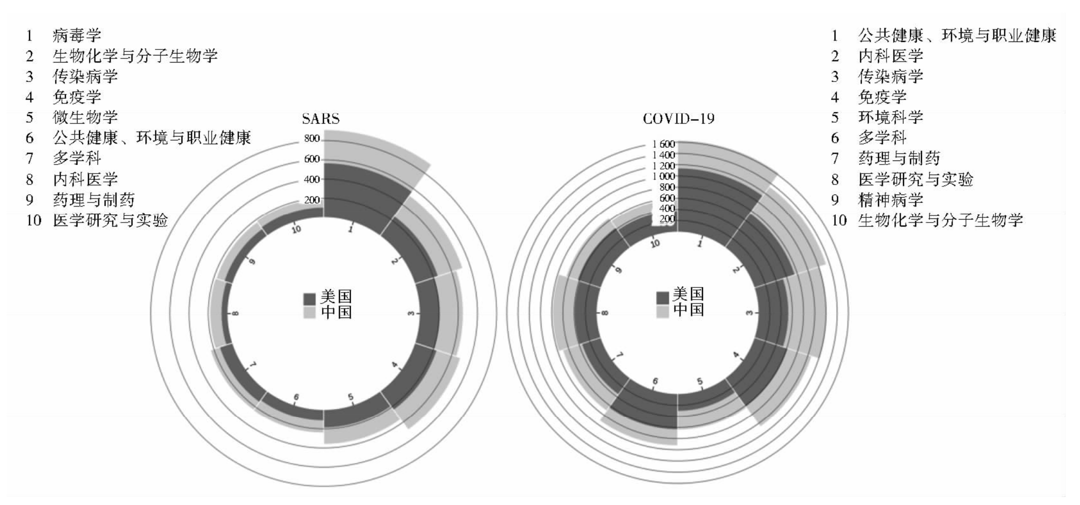


图 7　中美发文总量前 10 的核心学科

图 8 展示的是 SARS 和 COVID-19 发文量前 10 学科中 8 个重合学科的中美合作强度对比结果。其中，仅“传染病学”这一学科的合作强度在两种疾病研究中保持在同一水平，而其余学科，COVID-19 研究下中美的文献合作强度均大幅低于 SARS 研究。从不同时段视角来看，上述结论也依然成立。首先，除“传染病学”外，中美在 COVID-19 其余学科文献中的合作强度也均低于 SARS 研究。此外，在 SARS 和 COVID-19 发文量前 10 学科中，中美之间的合作强度均有随时间发展而下降的趋势。

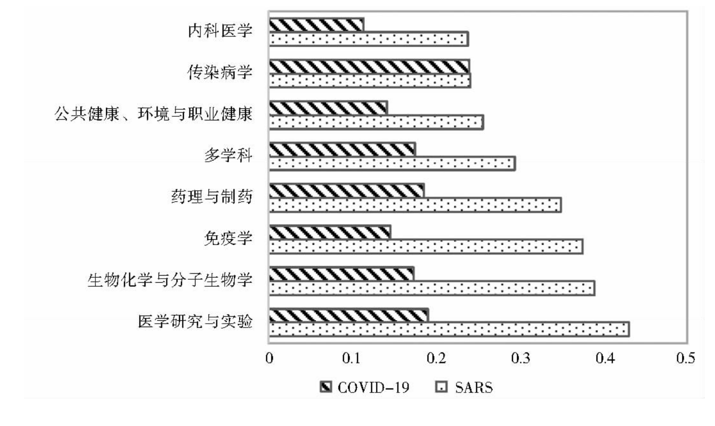


图 8　8 个重合学科中美合作强度对比

3.4.2　合作文献视角

上述分析是基于中美参与发文总量的学科分布展开，本部分将进一步以中美所有合作文献为数据基础，探究在中美在不同类型合作中的关注领域差异，见图 9。

首先，从整体合作发文数量来看，相较于多边合作，中美两国在两种疫情的合作研究中均更倾向于双边合作。SARS 研究中，中美合著文献集中分布在病毒学、传染病学以及生物化学与生物分子学三大学科。其中，多边合作文献则更多地分布在传染病学和免疫学。COVID-19 研究中，中美合著文献分布最为集中的前三个学科是免疫学、公共健康、环境与职业健康和传染病学（均为 76 篇合著文献）。相较于双边合作，多边合作研究则更多集中于多学科、免疫学、公共健康领域以及内科医学。整体而言，中美在不同合作类型文献的关注领域也略有区别与侧重。

4　结论与讨论

4.1　研究结论

本文以 SARS 与 COVID-19 突发传染性疾病为研究对象，从科研贡献、合作强度、合作网络与合作领域视角对两次疫情下中国和美国的科学产出与合作模式进行研究。

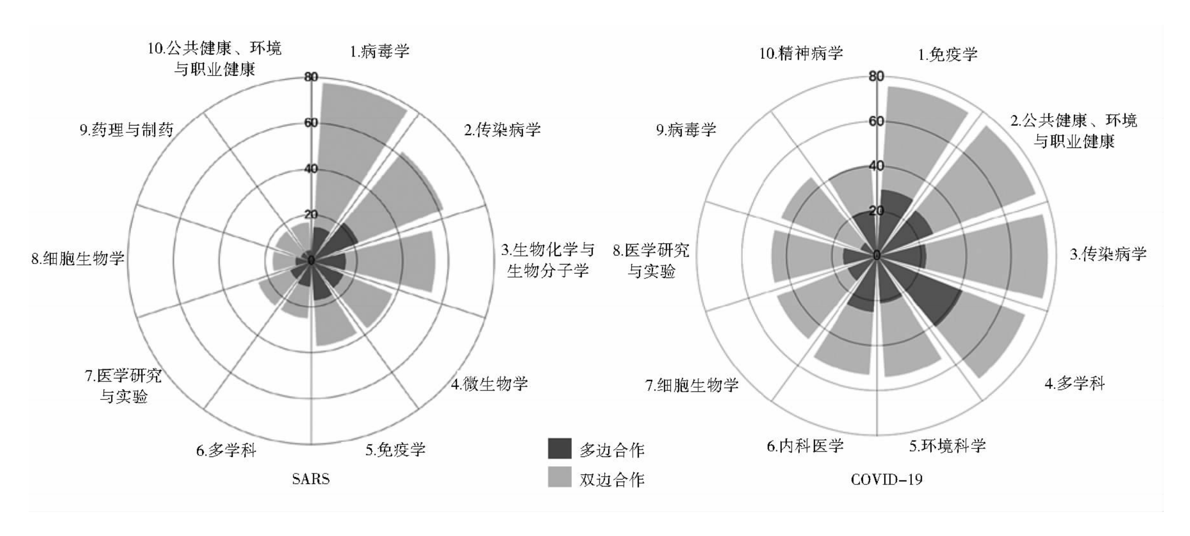


图9　中美合著文献量前10的核心学科

从科研贡献上来看，中美均为应对两次疫情的主要科研贡献国。已有研究表明，美国在面对各类病毒（如甲型H1N1流感、埃博拉和寨卡病毒）引起的国际公共卫生紧急事件中均为主要的科研贡献国，而中国则更关注本土疫情暴发较为严重的疾病，对埃博拉和寨卡病毒的科学关注相对较低[2]。本文研究结果与上述结论相符，美国仍旧为SARS和COVID-19疫情相关科研研究的主要贡献者，而中国作为这两次疫情的早期核心暴发区域之一，也是世界范围内的主要科研贡献国。此外，从SARS和COVID-19文献中第一作者所反映的合作主导性来看，不论是双边还是多边合作，中国学者相较于美国均占据相对主导的地位。

从合作强度来看，相较于SARS研究，COVID-19研究下中美合作强度更低。虽然中国和美国在SARS和COVID-19研究中均互为双方合作最密切的伙伴，但是在当前国际局势多变、紧张态势加剧的状态下，COVID-19研究中两者的合作强度明显低于SARS研究。此外，从疫情发展的时间视角来看，两次疫情下中国和美国的合作强度随时间发展有不断下降的趋势。

从合作网络来看，中美在全球合作网络中占据重要地位，但美国中心度指数更高。从合作对象选择的倾向性来看，美国更倾向于与疫情核心暴发区域的国家/地区合作，这一倾向在之前针对多个国际公共卫生紧急事件的研究中也有所体现——美国在埃博拉研究中与该疫病的核心蔓延区域非洲国家/地区合作更为紧密[2]。这也一定程度上说明，疫情暴发的核心国家/地区倾向于寻求与美国这样的科技大国开展科学合作。中国作为两次疫情初期的核心暴发区域之一，同样前期更倾向于与欧美澳等发达国家/地区合作，而后期与亚洲国家/地区的合作强度也不断提升。

从合作领域来看，中美SARS和COVID-19相关文献学科分布的前10个学科中有8个是重叠一致的，主要聚焦于医学与生物科学领域。此外，COVID-19研究中，精神病学相关议题也逐渐受到关注。值得一提的是，在公共健康领域的研究中，大部分文献来自美国，仅有少部分来自于中国。这再次说明我国学者在重大卫生事件的科学应对中，对公共健康领域的研究关注相对较弱。此外，从中美合作发文来看，不同类型合作文献（多边/双边）的聚焦学科领域也各有不同，如在COVID-19研究中，中美多边合作研究明显更集中于多学科领域。

4.2　政策建议

当前全球新冠疫情持续蔓延，紧密开展疫情防控的科学合作与联合攻关，共享科研成果与经验是集中力量、协同面对全人类共同的公共卫生安全威胁的重要手段。然而，不同国家与地区之间因制度、文化、政治、经济、社会等因素的不同，面对疫情时所采取的措施也存在差异。基于本文的研究结果，提出完善我国突发公共卫生事件科学应对体系的三点建议：

（1）灵活调整科研应对机制，保证针对病毒及相关疾病科研关注的可持续性。研究结果表明，虽然我国在SARS和COVID-19疫情中的发文总量分别为世界第一和第二，但从时间维度来看，我国对于SARS的研究热情随着疫情的结束而不断消减，相较于美国而言，对SARS研究的持续关注较弱。正如清华大学医学院副院长张敬仁在接受采访中所表达的观点，我国没有在SARS流行结束后对该病毒及相关疾病进行系统研究，也没有利用SARS病毒感染的已知信息来建

立可靠的动物感染模型,缺乏对于此类病原体生物学特性的了解,因此难以对新冠疫苗的研发产生及时有效的指导[48]。基于此,本文认为学界在随疫情发展的不同阶段灵活调整科研应对机制的同时,也应保证对新冠肺炎、冠状病毒及传染性疾病的基础科研的可持续性、系统性投入与关注。一方面,现阶段全球疫情形势依旧严峻,仍需要高密度、高强度的科研攻关展开应对;另一方面,长期对病毒和相关疾病展开基础研究,积累丰富的科学知识、经验与技术是未来快速、有效应对突发公共卫生事件的重要途径。

(2)支持医疗健康领域的科学研究,同时从更广泛的社会视角关切疫情影响。疫情在全球范围内的大流行不仅仅是生物和医疗问题,社会政治、文化、经济背景与疾病一样是疫情自身的重要组成部分[49]。正如联合国秘书长古特雷斯(António Guterres)于2020年5月份所呼吁的一样,国际社会应关注由新冠疫情引发的心理健康问题,他表示"新冠病毒不仅攻击我们的身体,也造成人们越来越多的心理痛苦"[50],因此各国政府组织、医疗健康机构以及科研院所应积极解决因疫情而导致的相关心理以及社会问题。本文研究表明,我国学者在公共健康领域和精神病学的发文趋向相较于美国仍旧较为薄弱。我国在疫情的科学应对中还需从更广泛的社会视角关切疫情影响,在以生物医学领域相关内容为核心的前提下,加强公共卫生与健康、社会学、心理学等视角的关注,探究社会大环境下疫情对公众健康、社会发展等所造成的多维影响,以更好地应对疫情所引发的社会问题。

(3)积极拓展国际合作网络,加强我国与世界各国的科学合作。新冠肺炎疫情是全人类的挑战,需要全球协作、共同应对。科学研究作为疫情防控中不可或缺的一环,同样需要汇集全球科研力量,群策群力,共抗疫情。突发传染病所造成的社会、经济等多重冲击也深刻影响着世界发展格局与态势,进而带来全球科学合作与发展模式的变革。中美作为长久以来的密切科学合作伙伴,在COVID-19研究中的合作强度相较于SARS研究有明显降低。而中国作为疫情中科学攻关的主导与核心力量,虽然发文量很大,但在国际合作网络中的中心程度明显低于美国。基于此,本文认为我国应继续积极拓展全球科学合作网络,加强与不同国家/地区联合攻关,提升我国在科学合作中的国际核心地位。

4.3 研究展望

在COVID-19疫情国际局势复杂化的背景下,本研究利用SARS和COVID-19两次突发性疫情的科学文献产出数据,从多个视角探究中国和美国的合作模式与变化,并探讨我国科学应对疫情的策略与建议,以期为疫情期间科研攻关与科学管理提供有益借鉴与参考。此外,本文对于Salton指标新的理解,为科学合作计算方法层面的相关研究提供新的思考和启示。

基于本文数据源选择、研究样本和方法的局限性,未来研究可更进一步拓展数据源,并且以更多国际公共卫生紧急事件为研究对象,探究不同疫情下全球科学合作模式的变革与发展。此外,关于本文提出的Salton指标新理解,也可以与其原始指标进行深入地实证对比与验证,从方法和实践层面探讨不同指标的适用场景。

参考文献:

[1] 习近平. 为打赢疫情防控阻击战提供强大科技支撑[J]. 求是, 2020(6): 4-8.

[2] ZHANG L, ZHAO W, SUN B, et al. How scientific research reacts to international public health emergencies: a global analysis of response patterns[J]. Scientometrics, 2020, 124: 747-773.

[3] ADAMS J. The fourth age of research[J]. Nature, 2013, 497: 557-560.

[4] GLÄNZEL W. Coauthorship patterns and trends in the sciences (1980-1998): a bibliometric study with implications for database indexing and search strategies[J]. Library trends, 2002, 50 (3): 461-473.

[5] LARIVIÈRE V, GINGRAS Y, ARCHAMBAULT É. Canadian collaboration networks: a comparative analysis of the natural sciences, social sciences and the humanities[J]. Scientometrics, 2006, 68 (3): 519-533.

[6] 曾德明, 尹恒, 文金艳. 科学合作网络关系资本、邻近性与企业技术创新绩效[J]. 软科学, 2002, 34 (3): 37-42.

[7] FRANCESCHE M. Collaboration in computer science: a network science approach[J]. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2011, 62 (10): 1992-2012.

[8] CHANG Y W, HUANG M H. A study of the evolution of interdisciplinarity in library and information science: using three bibliometric methods[J]. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2011, 63 (1): 22-33.

[9] 黄颖, 张琳, 孙蓓蓓, 等. 跨学科的三维测度——外部知识融合、内在知识会聚与科学合作模式[J]. 科学学研究, 2019, 37 (1): 25-35.

[10] 李爱花, 任慧玲, 张玢. 基于文献计量的新型冠状病毒肺炎研究现状分析[J]. 数字图书馆论坛, 2020(3): 2-8.

[11] 陈莹, 郭怡博, 郭然, 等. 基于文献计量学的新型冠状病毒肺炎(COVID-19)研究可视化分析[J]. 中国中药杂志, 2020, 45 (10): 2239-2248.

[12] 张泽华, 郭姗姗, 赵志刚, 等. 基于CiteSpace的新冠肺炎研究

文献计量分析[J].中国医院药学杂志,2020,40(19):2029－2035.

[13] MORADI S, ABDI S. Pandemic publication: correction and erratum in COVID-19 publications[J]. Scientometrics,2020,126:1849－1857.

[14] SAHOO S, PANDEY S. Evaluating research performance of Coronavirus and Covid-19 pandemic using scientometric indicators[J]. Online information review,2020,44(7):1443－1461.

[15] TRAN B X, HA G H, NGUYEN L H, et al. Studies of novel coronavirus disease 19(COVID-19) pandemic: a global analysis of literature[J]. International journal of environmental research and public health,2020,17(11):4095.

[16] GKIOURAS K, NIGDELIS M P, GRAMMATIKOPOULOU M G, et al. Tracing open data in emergencies: the case of the COVID-19 pandemic[J]. European journal of clinical investigation,2020,50(9):e13323.

[17] 陈大明，赵晓勤，缪有刚，等.全球冠状病毒研究态势分析及其启示[J].中国临床医学,2020,27(1):1－12.

[18] KAGAN D, MORAN-GILAD J, FIRE M. Scientometric trends for coronaviruses and other emerging viral infections[J]. Gigascience,2020,9(8):giaa085.

[19] HAGHANI M, BLIEMER M C J. COVID-19 pandemic and the unprecedented mobilisation of scholarly efforts prompted by a health crisis: scientometric comparisons across SARS, MERS and 2019-nCoV literature[J]. Scientometrics,2020,125(3):2695－2726.

[20] HAGHANI M, BLIEMER M C J, GOERLANDT F, et al. The scientific literature on Coronaviruses, COVID-19 and its associated safety-related research dimensions: a scientometric analysis and scoping review[J]. Safety science,2020,129:10480.

[21] FRY C V, CAI X, ZHANG Y, et al. Consolidation in a crisis: patterns of international collaboration in early COVID-19 research[J]. PLoS ONE,2020,15(7):e0236307.

[22] 张生太，宣雅迪，仇泸毅，等.基于社会网络分析和文献计量学的新冠肺炎学术研究现状与特点研究[J].北京邮电大学学报(社会科学版),2020,22(5):87－98,124.

[23] PATHAK M. Quantitative analysis of international collaboration on COVID-19: Indian perspective[J]. Indian journal of biochemistry & biophysics,2020,57(4):439－443.

[24] LEE J J, HAUPT J P. Scientific globalism during a global crisis: research collaboration and open access publications on COVID-19[J]. Higher education,2021(81):949－966.

[25] WAGNER C, BORNMANN L, LEYDESDORFF L. Recent developments in China-U.S. cooperation in science[J]. Minerva,2015,53(3):199－214.

[26] 万方医学网. 万方医学网新型冠状病毒肺炎专题频道[DB/OL]. [2021－05－05]. http://subject.med.wanfangdata.com.cn/Channel/7.

[27] 中国知网. 知网抗击新冠肺炎疫情知识服务平台[DB/OL]. [2021－05－15]. https://cajn.cnki.net/xgbt.

[28] SPRINGER NATURE. Coronavirus (COVID-19) Research Highlights-Find free access to the latest COVID-19 research papers and articles [DB/OL]. [2021－04－25]. https://www.springernature.com/gp/researchers/campaigns/coronavirus.

[29] THE LANCET. COVID-19 Resource Centre [DB/OL]. [2021－04－18]. https://www.thelancet.com/coronavirus.

[30] ELSEVIER. Novel Coronavirus Information Center- Elsevier's free health and medical research on the novel coronavirus (SARS-CoV-2) and COVID-19[DB/OL]. [2021－04－06]. https://www.elsevier.com/connect/coronavirus-information-center.

[31] NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE. MEDLINE® /PubMed® Data Element (Field) Descriptions [EB/OL]. [2021－04－17]. https://www.nlm.nih.gov/bsd/mms/medlineelements.html#ad

[32] BIRKLE C, PENDLEBURY D A, SCHNELL J, et al. Web of Science as a data source for research on scientific and scholarly activity [J]. Quantitative science studies,2020,1(1):363－376.

[33] BELLI S, MUGNAINI R, BALTÀ J, et al. Coronavirus mapping in scientific publications: when science advances rapidly and collectively, is access to this knowledge open to society? [J]. Scientometrics,2020,124(3):2661－2685.

[34] HOSSAIN M M. Current status of global research on novel coronavirus disease (COVID-19): a bibliometric analysis and knowledge mapping[J]. SSRN electronic journal,2020(3):1－22.

[35] 陈莉玥，杨立英，丁洁兰.科学计量研究中全计数法与分数计数法研究综述[J].图书情报工作,2018,62(23):132－141.

[36] ZHANG L, SHANG Y, HUANG Y, et al. Toward internationalization: a bibliometric analysis of the social sciences in Mainland China from 1979 to 2018[J]. Quantitative science studies,2021,2(1):376－408.

[37] SALTON G, BERGMARK D. A citation study of computer science literature[J]. IEEE Transactions on professional communication,1979,PC-22(3):146－158.

[38] ZHOU P, THIJS B, GLÄNZEL W. Is China also becoming a giant in social sciences? [J]. Scientometrics,2009,73(3):593－621.

[39] LUUKKONEN T, TIJSSEN R J W, PERSSON O, et al. The measurement of international scientific collaboration[J]. Scientometrics,1993,28(1):15－36.

[40] 王文平. 基于科学计量的中国国际科技合作模式及影响研究[D]. 北京:北京理工大学,2014.

[41] FRAME J D, CARPENTER M P. International research collaboration[J]. Social studies of science,1979(9):481－497.

[42] BRAUN T, GLÄNZEL W. International collaboration: will it be keeping alive East European research? [J]. Scientometrics,1996,36(2):247－254.

[43] 王文峰.2003年中美关系研究主要资料信息[J].国际资料信息,2004(3):38－40.

[44] 潘林峰.2003年中美关系回顾与展望[J].现代台湾研究,2004

(1):49－53.
[45] 张宇燕,倪峰,杨伯江,等.新冠疫情与国际关系[J].世界经济与政治,2020,新冠疫情与国际关系(4):4－26,155.
[46] 周文星.中美战略竞争与国际政治研究转向的强化——2020年中国国际政治研究著作盘点[J].中国图书评论,2021(5):106－115.
[47] 黄萃,杨超."计算社会科学"与"社会计算"概念辨析与研究热点比较分析[J].信息资源管理学报,2020,10(6):4－19.
[48] 网易科技.专家:非典后没有对其系统研究 新冠不能再有同样失误,[EB/OL].[2021－01－16].https://tech.163.com/20/0320/20/F86JGO13000999D8.html.
[49] LEIDEN MADTRICS. COVID-19: what do funders consider relevant research? [EB/OL]. [2021－02－05]. https://leiden-madtrics.nl/articles/covid-19-what-do-funders-consider-relevant-research.
[50] UNITED NATIONS. "Mental health services are an essential part of all government responses to COVID-19"[EB/OL]. [2021－02－05]. https://www.un.org/en/coronavirus/mental-health-services-are-essential-part-all-government-responses-covid-19.

作者贡献说明:

赵文静:设计论文框架、采集处理数据、论文撰写与修订;

张琳:提出研究选题、设计研究方案、指导数据处理、论文修订与定稿;

尚媛媛:调研整理文献、校验数据结果、论文修订与审阅;

黄颖:设计研究方案、指导数据处理、论文修订与审阅。

Research on Scientific Collaboration Pattern Between Mainland China and the USA Under Public Health Emergencies

Zhao Wenjing[1,2] Zhang Lin[1,2,3] Shang Yuanyuan[1,2] Huang Ying[1,2,3]

[1] School of Information Management, Wuhan University, Wuhan, 430072

[2] Research Center for Science, Technology & Education Management and Evaluation, Wuhan University, Wuhan 430072

[3] Centre for R&D Monitoring (ECOOM) and Department of MSI, KU Leuven, Leuven B-3000

Abstract: [**Purpose/significance**] Understanding the pattern of scientific collaboration between Mainland China and the USA-the world's leading producers of scientific publications, could be beneficial to decision-makers in research and health policy in creating and adjusting anti-epidemic strategies. [**Method/process**] Taking publications related to SARS and COVID-19 as research objects, this study explored the collaboration patterns of the Mainland China and the USA from the perspectives of research effort, collaboration strength, collaboration network and major fields on the basis of classification of collaboration types and improvement of Salton's index. [**Result/conclusion**] Both the Mainland China and the USA are the main contributors to the research on SARS and COVID-19, while the attention of the Chinese scholars to relevant research tends to change with the situation of the epidemics. Although Mainland China and the USA were the closest partners for each other in SARS and COVID-19 research, the collaboration strength between the two countries is obviously lower in COVID-19 research than that of SARS research. The USA is at the heart of both SARS and COVID-19 collaborative networks, while Mainland China's position is significantly lower. As for the research fields, Mainland China and the USA have different emphasis on the discipline distributions.

Keywords: SARS COVID-19 scientific collaboration social network analysis public health